

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 44 37 417 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 04 L 1/24  
H 04 L 12/26  
G 06 F 13/42

②1 Aktenzeichen: P 44 37 417.8  
②2 Anmeldetag: 19. 10. 94  
④3 Offenlegungstag: 20. 4. 95

DE 44 37 417 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
19.10.93 DE 43 35 571.4

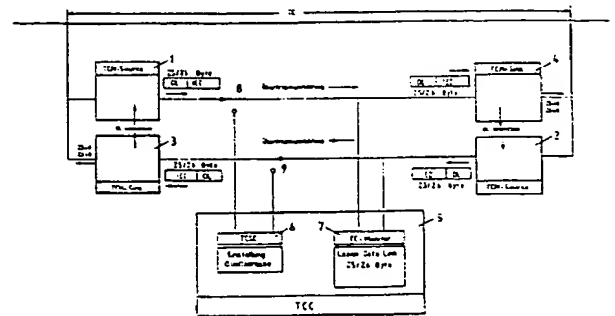
⑦1 Anmelder:  
Deutsche Bundespost Telekom, 53175 Bonn, DE

⑦2 Erfinder:  
Wolf, Helmut, 64319 Pfungstadt, DE; Günther,  
Gerhard, 52074 Aachen, DE; Klink, Dietrich, 64367  
Mühlthal, DE; Hylla, Dietmar, 58453 Witten, DE

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Überwachung von Digitalsignalverbindungen

⑤7 Bei einem Verfahren zur Überwachung von bidirektionalen Digitalsignalverbindungen zwischen einem Anfangspunkt und einem Endpunkt je Übertragungsrichtung wird die Übertragungsqualität in jeweils einer Übertragungsrichtung mit Hilfe von mitübertragenen Zusatzinformationen ermittelt und das Ergebnis in der anderen Übertragungsrichtung als Telegramm übertragen. Zur Überwachung des Qualitätszustandes werden jeweils am Endpunkt durch Vergleich von Zusatzinformationen, welche die Qualität am Anfangspunkt betreffen, mit am Endpunkt gewonnenen Qualitätsinformationen Fehler erkannt, die über einen vorgegebenen Zeitraum zu einer Fehlersumme aufsummiert werden, die bewertet wird. Das Ergebnis dieser Bewertung wird als Telegramm zum Anfangspunkt übertragen. Zur Überwachung auf richtige Durchschaltung wird dem Telegramm eine Anfangspunktidentifikation beigelegt, die im Endpunkt mit einer zuvor dem Endpunkt mitgeteilten zu erwartenden Anfangspunktidentifikation verglichen wird. Eine Nichtübereinstimmung wird zurückgemeldet und das abgehende Signal durch ein Alarmanzeigesignal (AIS) ersetzt.



DE 44 37 417 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 016/603

14/29

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von bidirektionalen Digitalsignalverbindungen zwischen einem Anfangspunkt und einem Endpunkt je Übertragungsrichtung, wobei die Übertragungsqualität in jeweils einer Übertragungsrichtung mit Hilfe von mitübertragenen Zusatzinformationen ermittelt wird und das Ergebnis in der anderen Übertragungsrichtung als Telegramm übertragen wird.

Zur Überwachung von Teilabschnitten von Digitalsignalverbindungen wurde für die synchrone digitale Hierarchie (SDH) das Verfahren des Tandem Connection Monitoring vorgeschlagen (CCITT-Empfehlung G.803). Hierzu wird ein Byte des vorhandenen Overheads als Tandem Connection Overhead (TCOH) definiert, das sich dadurch auszeichnet, daß es, im Gegensatz zu den restlichen Overhead-Bytes, die am Anfang der Digitalsignalverbindung gebildet und am Ende der Verbindung ausgewertet werden, an Zwischenpunkten verändert werden darf. Für das eigentliche Überwachungsverfahren wurde bisher vorgeschlagen, das TCOH-Byte in zwei Hälften zu je 4 Bit zu teilen. Am Anfang des zu überwachenden Abschnitts wird der Zustand der Verbindung ermittelt und über einen entsprechenden Code in einer Hälfte des TCOH-Bytes in Richtung des Endes übertragen. Die verbleibenden 4 Bit des TCOH sollen als Datenkanal genutzt werden.

Für die Nutzung des Datenkanals wurden bisher zwei Verfahren vorgeschlagen. Ein Vorschlag umfaßt eine Nutzung auf Basis eines HDLC Übertragungsprotokolls. Hierbei handelt es sich um ein sehr komfortables und flexibles Verfahren. Die Protokollhandhabung erfordert jedoch HDLC-Controller, ein Umstand, der die Verwendung dieses Verfahrens für Verbindungen der unteren Bitraten als nicht zweckmäßig erscheinen läßt, da für die Vielzahl der Digitalsignalverbindungen, die z. B. auf einer hochbitratigen Schnittstellenkarte auflaufen, zu unverträglich hohem Aufwand führte. Zur Vermeidung dieses Problems wurde als zweites Verfahren eine Nutzung des Datenkanals mit einfachsten Meldungen durch Setzen einzelner Bits vorgeschlagen, das jedoch in seinem Informationsumfang und seiner Flexibilität extrem beschränkt ist und daher weder den heutigen noch zukünftigen Anforderungen an ein Überwachungsverfahren genügt.

Zweck der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Überwachung des Qualitätszustandes von Digitalsignalverbindungen vorzuschlagen, bei welchen der oben beschriebene Datenkanal besser als bei den bekannten Vorschlägen genutzt wird, eine gute Beurteilung des Qualitätszustandes möglich ist und das dennoch mit geringem technischen Aufwand zu realisieren ist. Dies wird dadurch erreicht, daß zur Überwachung des Qualitätszustandes jeweils am Endpunkt durch Vergleich von Zusatzinformationen, welche die Qualität am Anfangspunkt betreffen, mit am Endpunkt gewonnenen Qualitätsinformationen Fehler erkannt werden, daß die erkannten Fehler über einen vorgegebenen Zeitraum zu einer Fehlersumme aufsummiert werden, daß die Fehlersumme bewertet wird und daß das Ergebnis dieser Bewertung als Telegramm zum Anfangspunkt übertragen wird.

Das Verfahren ist so angelegt, daß nur wenige Daten (die 4 Bit Statusinformation über den Anfangszustand (IEC) sowie die Ermittlung des Verbindungs-Status am Abschnittsende) im Rahmentakt des Übertragungssystems (z. B. 8 kHz bei SDH), d. h. durch Hardwareimplementation realisiert werden müssen. Die nachfolgende Verarbeitung kann dann im Zeitraster T (z. B. 1s), also wesentlich langsamer für viele Kanäle, mit einem gemeinsamen Prozessor erfolgen.

Weiterhin wird die Länge des Telegramms auf einen Maximalwert ( $L_{max}$ ) begrenzt. Für empfangene Telegramme muß daher lediglich die Telegrammanfangserkennung und die Abspeicherung in einen Telegrammpuffer der Länge  $L_{max}$  für jeden Kanal individuell erfolgen. Gleiches gilt für den Sendespeicher mit der Länge  $L_{max}$  und das Auslesen aus dem Sendespeicher. Für die Verarbeitung selbst steht dem gemeinsamen Prozessor, der auf die Empfangs- und Sendespeicher zugreift, die Periode T zur Verfügung.

Künftige Erweiterungen sind möglich, da es sich um ein protokollorientiertes Verfahren handelt und zusätzliche Informationsinhalte definiert werden können.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Erfindung möglich.

Eine Überwachung auf richtige Durchschaltung ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung dadurch möglich, daß dem Telegramm eine Anfangspunktidentifikation beigelegt wird, die im Endpunkt mit einer zuvor dem Endpunkt mitgeteilten zu erwartenden Anfangspunktidentifikation verglichen wird und daß eine Nichtübereinstimmung zurückgemeldet wird und das abgehende Signal durch ein Alarmanzeigesignal (AIS) ersetzt wird.

Es kann jedoch auch unabhängig von den im Hauptanspruch angegebenen Maßnahmen zur Überwachung der bewerteten Qualitätsinformation zum Anfangspunkt vorgesehen sein, daß zur Überwachung auf richtige Durchschaltung dem Telegramm eine Anfangspunktidentifikation beigelegt wird, daß die Anfangspunktidentifikation im Endpunkt mit einer zuvor dem Endpunkt mitgeteilten zu erwartenden Anfangspunktidentifikation verglichen wird und daß eine Nichtübereinstimmung zurückgemeldet wird und das abgehende Signal durch ein Alarmanzeigesignal (AIS) ersetzt wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine stark vereinfachte Darstellung der Anfangs- und Endpunkte einer bidirektionalen Digitalsignalverbindung (Tandem Connection) mit einer Steuereinrichtung (Tandem Connection Controller),

Fig. 2 eine detailliertere Darstellung der Anfangs- und Endpunkte,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Verfahrensschritte am Anfangspunkt,

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Verfahrensschritte am Endpunkt,

Fig. 5 eine Tabelle verschiedener Signale und Funktionen an verschiedenen Stellen der Digitalsignalverbindung,

Fig. 6 bis Fig. 8 Strukturen verschiedener Telegramme,

Fig. 9 eine Digitalsignalverbindung während des Einschreibens von Anfangspunktadressen (Quelladressen) durch den Tandem Connection Controller und

Fig. 10 eine Digitalsignalverbindung während des Überprüfens der Durchschaltung durch den Tandem Connection Controller.

In der nachfolgenden Beschreibung werden verschiedene international übliche Abkürzungen benutzt, die im folgenden aufgezählt sind:

A	Adaption Function	5
AIS	Alarm Indication Signal	
AU	Administrative Unit	
BIP	Bit Interleaved Parity	
DEC	Differential Error Count	10
DL	(Tandem Connection) Data Link	
DSI	Differential Signal Information	
EF	Error Free Second	
ES	Errored Second	15
HO	Higher Order	
HOC	Higher Order Connection	
IEC	Incoming Error Count	
LO	Lower Order	
LOC	Lower Order Connection	20
LOP	Loss of Pointer	
OEC	Outgoing Error Count	
OSI	Outgoing Signal Information	
SES	Severely Errored Second	25
Sk	Sink	
So	Source	
TCC	Tandem Connection Controller	
TCM	Tandem Connection Monitoring (Funktionsblock)	
TCOH	Tandem Connection Overhead	30
TCSC	Tandem Connection Set up Controller	
TT	Trail Termination Function	
TU	Tributary Unit	
VC	Virtual Container	35
Z5	Network Operator Byte Z5	
Z6	Network Operator Byte Z6	

Das erfindungsgemäße Verfahren zeigt eine Möglichkeit des Tandem Connection Monitoring (TCM) durch Bildung eines Sublayers gemäß CCITT Empfehlung G.803 sowohl für Higher Order Connections (VC3/VC4) als auch für Lower Order Connections (VC12). Die dazu notwendigen funktionalen Blöcke TCM-Source, TCM-Sink, TC-Controller und ihre Anordnung in der Netzarchitektur zeigen Fig. 1 und 2.

Fig. 1 stellt eine Tandem Connection TC dar, die überwacht werden soll. Diese kann von beliebiger Länge sein. Am Anfangs- und am Endpunkt der TC sind jeweils eine Überwachungsschaltung TCM-Source 1, 2 und eine Überwachungsschaltung TCM-Sink 3, 4 vorgesehen. Die TCM-Source 1 fügt in den von links nach rechts zu übertragenden Datenstrom in das Z5- bzw. in das Z6-Byte jeweils 4 Bits DL und IEC ein. IEC bezeichnet die Anzahl der Paritätsverletzungen, die bereits bei der TCM-Source 1 eintritt, während DL der TCM-Source 1 von der TCM-Sink 3 zugeführt wird und unter anderem — wie später erläutert — die Qualität der Signalübertragung von rechts nach links kennzeichnet.

Die TCM-Sink 3 ermittelt diese Übertragungsqualität und setzt das Byte Z5 bzw. das Byte Z6 auf 0, bevor das ausgehende Signal die TC verläßt. Die gleichen Funktionen erfüllen die TCM-Source 2 und die TCM-Sink 4. Zum Einrichten und zur Überwachung der Digitalsignalverbindung dient eine TC Überwachungsschaltung (Tandem Connection Controller = TCC) 5.

Diese enthält einen TCSC = Tandem Connection Set up Controller 6 und einen TC-Monitor 7. Beim Einrichten einer Digitalsignalverbindung werden vom TCSC 6 die Quelladressen den TCM-Sinks 3, 4 zugeleitet, wobei die schematisch dargestellten Umschalter 8, 9 in die untere Stellung gesetzt werden. Wie später im Zusammenhang mit den Fig. 7 bis 10 genauer erläutert wird, ist dadurch eine vorteilhafte Überwachung der Digitalsignalverbindung TC möglich.

Die Überwachung des Qualitätszustandes wird im folgenden anhand von Fig. 2 näher erläutert, welche die TCM-Source 1, 2 und TCM-Sink 3, 4 detaillierter als Fig. 1 darstellt. Das zu übertragende Digitalsignal wird der TCM-Source 1 bei 11 zugeführt. Durch eine an sich bekannte Auswertung der Bitparität wird bei 12 eine Summe der Paritätsverletzungen (Fehlerrsumme) IEC der eintreffenden Signale gebildet und in die Bits 1 bis 4 des Bytes Z5 bzw. Z6 des zu übertragenden Signals eingefügt. In der TCM-Sink 4 wird dann bei 14 in gleicher Weise die Fehlerrsumme gebildet, die OEC genannt wird, da sie das Ende bzw. den Ausgang der TC betrifft. Zusätzlich wird bei 14 die Differenz DEC zwischen beiden Fehlerrsummen OEC und IEC gebildet, welche die Zahl der innerhalb der TC entstandenen Fehler angibt. Beide Summen DEC und OEC werden bei 15 analysiert.

Mit einem Zähler wird die Anzahl der innerhalb einer Sekunde anfallenden fehlerbehafteten Rahmen festgehalten. Mittels einer Bewertungslogik wird dann eine Aussage über die Qualität des Signals am TC-Ende sowie

der Übertragungsqualität innerhalb der TC getroffen. Das Ergebnis dieser Auswertung wird in einem Sekundenregister 16 abgespeichert und innerhalb einer Abfrageroutine über einen der TC zugeordneten besonderen Datenkanal (DL) sekundlich als Status-Report an den TCC 5 übertragen. Gleichzeitig wird dieser Datenkanal für die Übertragung des TC-Path-Trace genutzt, der als Adresse bei der Installation der TCM-Sink bei 17 abgelegt worden ist. Desweiteren wird der DL noch für die Einstellung der Quelladressen am TC-Ende mittels der noch zu erläuternden Funktion TCSC genutzt (Einrichtung TC).

Die TCM-Source 2 und die TCM-Sink 3 gleichen der TCM-Source 1 und der TCM-Sink 4. Ihre Teile sind daher mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Für die Überwachung der TC wird ein Byte im POH neu als Tandem Connection Overhead (TCOH) definiert.

Die vorgeschlagene Lösung bezieht sich dabei auf die CCITT Study Group XVIII. Rep. R106. Hierin werden das Z5-Byte (HOC), das Z6-Byte (LOC) gem. G.709 sowie das NR-Byte gemäß ETSI/TM 3007 als TCOH genutzt.

Der TCOH hat folgende Aufgaben, die im weiteren genauer beschrieben werden:

- Transport des Zählergebnisses der bereits am Anfangspunkt der Digitalsignalverbindung eintreffenden Fehler IEC vom Anfangspunkt zum Endpunkt der Digitalsignalverbindung — im folgenden auch Tandem Connection = TC genannt,
- Bildung der "Data Link" (DL) für die Übertragung des Status-Report und TC-Path-Trace.

In Fig. 3 wird die Bildung des IEC beispielhaft an einem VC3/VC4 als Quellsignal 21 beschrieben. Die vorliegende Signalqualität zu Beginn einer TC wird ermittelt über die Anzahl der Codeverletzungen. Zu dieser Zahl gelangt man durch eine Parity-Bit Auswertung 22 (BIP8-Check bzw. BIP2-Check) über einen vorliegenden Rahmen und einen anschließenden Vergleich des so gewonnenen BIP-Codes BIP8(VC3/VC4) mit dem Inhalt des entsprechenden POH-Byte B3(POHVC3/VC4) des nächstfolgenden Rahmens bei 23. Das Ergebnis dieser Operation stellt den IEC dar, wird bei 24 in die Bits 1 bis 4 des TCOH (Z5-Byte) eingesetzt und bei 25 als neuer VC3/VC4 zum Endpunkt übertragen. Dabei wird das Byte B3 mit dem neuen Byte Z5 zu einem Byte B3\* verknüpft. Bei einem VC12 als Quellsignal tritt an die Stelle des B3-Bytes (BIP8) aus dem POH des VC3/VC4 das V5-Byte (Bit 1 und 2, BIP2) aus dem POH des VC12.

Am Ende der TC (Fig. 4) wird erneut ein Parity-Bit-Check 26 des ankommenden Signals 27 durchgeführt und bei 28 das ermittelte Code-Wort mit dem entsprechenden Parity-Byte des POH verglichen. Das Ergebnis dieses Vergleiches wird als OEC bezeichnet.

Über das OEC wird im Rahmen einer Fehleranalyse 29 ermittelt, ob während der Übertragung Bitfehler aufgetreten sind oder ein Defekt (AIS, LOP) eingetreten ist. Wird ein Defekt erkannt, so wird dies der Bewertungslogik 30 zugeführt und in einem Sekundenregister 31 festgehalten. Werden Bitfehler erkannt (OEC ≠ 0), so wird ein Zähler 32 inkrementiert. Der Zählerstand wird jede Sekunde abgefragt. Anschließend wird der Zähler 32 zurückgesetzt. Der Zählerstand (= Anzahl der fehlerbehafteten Rahmen) wird der Bewertungslogik 30 zugeführt, die eine Festlegung über die Qualität des untersuchten Sekundenintervalls wie folgt trifft:

Zählerstand/Defekt	festgelegte Qualität
0	EF = Error Free Second
< 30% der untersuchten Rahmen oder erkannter Defekt	ES = Errored Second
≥ 30% der untersuchten Rahmen oder erkannter Defekt	SES = Severely Errored Second

Das Ergebnis dieser Festlegung wird in dem OSI-Sekundenregister 31 festgehalten. Dieses ist so dimensioniert, daß die Qualitätsaussage für die jeweils letzten drei Sekundenintervalle festgehalten wird. Der Inhalt des Sekundenregisters wird als Outgoing Signal Information (OSI) über den Data Link im TCOH der Gegenrichtung rückgemeldet. Die OSI beschreibt den Zustand des Signals, das die TC verläßt.

Der OEC wird bei 33 außerdem mit dem im TCOH mitgelieferten IEC verglichen. Das Ergebnis dieser Operation wird als DEC bezeichnet und gibt die Anzahl der Codeverletzungen an, die innerhalb der TC verursacht wurden.

Die Weiterverarbeitung von DEC erfolgt analog der oben beschriebenen Weiterverarbeitung von OEC durch eine Fehleranalyse 34 und einen Zähler 35. Die Ablage des Ergebnisses erfolgt im DSI-Sekundenregister 36, das analog zu dem OSI-Sekundenregister 31 ausgeführt ist. Die DSI beschreibt die Übertragungsqualität innerhalb der TC und wird ebenfalls zum Anfangspunkt rückgemeldet.

Die beim Beschreiben des TCOH notwendige Paritätsbitanpassung (B3-B3\*) erfolgt nach bekannten Verfahren. Da der BIP-Check jeweils über den Inhalt eines gesamten VC (incl. des Overhead) erfolgt, führt das Einschreiben des IEC bzw. des DL in den TCOH (Z-Byte) zu einer Änderung des BIP-Codes. Das zu Beginn eines Path gebildete B3-Byte (bzw. V5, Bit 1 und 2) muß daher angepaßt werden, damit ein nachfolgender BIP-Check zu einem korrekten Ergebnis führt. Diese Anpassung erfolgt über eine "Exklusiv-Oder-Verknüpfung" folgender Overhead-Byte-Inhalte: ursprüngliches Z5 (Z6) des vorliegenden Rahmens neues Z5 (Z6) für den vorliegenden Rahmen (TCOH) ursprüngliches B3 (V5) des folgenden Rahmens.

Das Ergebnis dieser Verknüpfung ergibt das angepaßte Byte B3\* für den folgenden Rahmen.

Wird bei 37 (Fig. 4) der TCOH am Ende der TC wieder zurückgesetzt (alle Bits auf Null), so muß das B3- bzw. V5-Byte erneut geändert bzw. kompensiert werden.

Die Daten OSI, DSI werden in einem Telegramm (Fig. 6) zusammengefaßt und zur zugehörigen TCM-Source

(Fig. 3) übertragen. Dort werden sie bei 24 in die Bits 5 bis 8 des Z5-Bytes eingesetzt.  
Grundsätzlich können folgende Zustände bei der Überwachung einer TC auftreten:

- ungestörte Übertragung (ggf. bitfehlerbehaftet)
- gestörte Übertragung mit Defekt vor TC
- gestörte Übertragung mit Defekt in der TC Die vorkommenden Fälle mit den zugeordneten Werten für OSI und DSI sind in Fig. 5 zusammengestellt.

Über den Data Link (TCOH Bits 5 bis 8) werden drei verschiedene Datentransfers abgewickelt:

- Übertragung des TC-Status-Reports zwischen den TC-Enden, wie im Zusammenhang mit den Fig. 2 bis 4 beschrieben (Telegrammstruktur in Fig. 6).
- Übertragung der Path-Trace-Sollwerte (Quelladressen) von der TCC-Funktion zu den TC-Enden (TCM-Funktion) bei Einrichtung einer TC (Telegrammstruktur in Fig. 7).
- Rückmeldung über die abgespeicherte "Erwartete Anfangsadresse" (Telegrammstruktur in Fig. 8).

Der TC-Status-Report (Fig. 6) besteht aus dem TC-Path-Trace und dem Inhalt der Sekundenregister für OSI und DSI, die die Werte der drei letzten Sekunden beinhalten. Über eine Abfrageroutine wird der Inhalt der Register ausgelesen, mit der Path-Trace Information in einem Standard-Telegramm zusammengefaßt und über die Data Link pro Sekunde einmal gesendet. Über die Funktion TC-Monitor 7 (Fig. 1) können dann die Werte für OSI und DSI an beliebiger Stelle aus der DL ausgelesen und einer Weiterverarbeitung zugeführt werden. Da die OSI- und DSI-Werte für ein Sekundenintervall jeweils dreimal übertragen werden, besteht die Möglichkeit, fehlerhafte Übertragungen durch Majoritätsentscheidung zu korrigieren.

Da pro Sekunde nur maximal ein Telegramm übertragen werden darf, kann die Verarbeitung der im Datenkanal übertragenen Daten in einem vergleichsweise langsamen Zyklus und damit für viele TCs durch einen gemeinsamen Prozessor erfolgen.

Bei jeder Übertragung des TC-Standard-Telegramms erfolgt in der TCM-Funktion am TC-Ende ein Vergleich des übertragenen Trace-Identifiers mit voreingestellten Quelladressen. Wird keine Übereinstimmung erkannt, so wird die Fehlermeldung "TC-Path-Trace-Mismatch" erzeugt. Das empfangene Signal wird nicht weitergereicht, sondern ein AIS abgesendet (Fig. 5).

Fig. 5 zeigt in Form einer Tabelle bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auftretende Signale bei verschiedenen bzw. an verschiedenen Stellen einer TC auftretenden Defekten. In Spalte a sind verschiedene mögliche Signale am Eingang der TC angegeben, nämlich eine gültige AU bzw. TU, ein Alarmanzeigesignal AIS oder ein Fehlersignal LOP. Gemäß Spalte b wird im Falle des Eintreffens von AIS oder LOP am Anfangspunkt TC eine AU bzw. TU generiert. Liegt bereits eine gültige AU bzw. TU vor, erfolgt gemäß Spalte c die Kompensation des BIP.

Der von der TCM-Source für die aufgeführten Fälle gesendete IEC-Code ist in Spalte d dargestellt. Er beträgt 0 bis 8 je nach Anzahl der eintreffenden Fehler, 15 im Falle eines AIS und 14 im Falle eines LOP im Anfangspunkt. Am Endpunkt der TC (TC Sink) kann in allen drei Fällen eine gültige AU bzw. TU vorhanden sein oder eines der Signale AIS oder LOP auftreten. Im Falle einer gültigen AU bzw. TU besteht noch die in Spalte f dargestellte Alternative, daß eine Falschverbindung (Trace Mismatch) vorliegt oder nicht.

Spalte g zeigt dann die für OEC am Endpunkt der TC möglichen Werte zwischen 0 und 8. In Spalte h sind die verschiedenen Möglichkeiten des OSI-Bytes aufgetragen. Die Spalten i und k zeigen die entsprechenden Werte bzw. Bytes für DEC bzw. DSI. Dabei bedeuten Sterne, daß hier je nach Ergebnis der Fehleranalyse verschiedene Möglichkeiten bestehen. Wenn das sechste Bit des OSI-Bytes 1 ist, ist die Übertragung defekt, so daß gemäß Spalte l AIS eingesetzt wird. Ist das sechste Bit jedoch 0, liegt eine gültige AU bzw. TU mit den durch die Bits 7 und 8 gekennzeichneten Qualitätseigenschaften vor. In diesem Fall wird gemäß Spalte m BIP kompensiert. Spalte n zeigt dann das von der TC abgehende Signal.

Bei Einrichtung einer TC muß den Endpunkten der Verbindung mitgeteilt werden, von welchen Quellen sie ein Signal empfangen sollen, damit während der Übertragung die korrekte Durchschaltung eines Pfades überprüft werden kann. Die Einstellung dieser Quelladressen in den TC-Enden erfolgt mit der TCSC-Funktion 6 (Fig. 1) über den DL. Von der TCSC-Funktion wird dazu in der Konfiguration nach Fig. 9 das Telegramm gemäß Fig. 7 ausgesendet. Dies veranlaßt die entsprechende TCM-Funktion 41, 42 (Fig. 9) den übertragenen 16 Byte-String als "erwartete Quelladresse" abzuspeichern. Die korrekte Einspeicherung wird durch Rücksendung des Telegramms gemäß Fig. 8 bestätigt. Nach Durchschalten der TC gemäß Fig. 10 beginnen die Endpunkte das Telegramm nach Fig. 6 zu senden. Als Startsignal dafür dient das Nichtempfangen eines Telegramms gemäß Fig. 7 für mehr als drei Sekunden.

Die TC-Monitor-Funktion 7 überwacht das Z5/Z6-Byte und stellt die im Data Link DL enthaltene Information dem zuständigen Netzmanagement zur Verfügung. Die TC-Monitor-Funktion 7 bildet zusammen mit der TCSC-Funktion 6 den Tandem Connection Controller (TCC) 5.

Die TCM-Funktion wird in zwei unterschiedliche Teilfunktionen aufgeteilt, die entweder die Bearbeitung eines an einer Netzgrenze übernommenen Digitalsignals (TCM-Source) oder eines an einer Netzgrenze zu übergebenden Digitalsignals (TCM-Sink) übernehmen.

Diese Teilfunktionen sind nochmals unterteilt in eine Adaptation- und eine Termination-Funktion, die jeweils für eine Übertragungsrichtung die Bearbeitung eines Digitalsignals übernehmen.

Die TCM-Source-Adaptation hat die folgenden Aufgaben:

- Transparentes Durchleiten des Digitalsignals zur TCM-Source-Termination-Funktion, wenn ein virtuel-

ler Container höherer oder niederer Ordnung mit gültigem Rahmenstart empfangen worden ist.  
 — Erkennen eines Fehlersignals (AIS, LOP) und generieren eines Ersatzsignals mit gültigem Zeiger (Pointer) und gültigem B3-Byte bei einem virtuellen Container höherer Ordnung bzw. V5-Byte bei einem virtuellen Container niederer Ordnung. Der restliche POH und der Nutzinhalt werden auf "1" gesetzt.

Die Bildung des TCOH erfolgt in der TCM-Source-Termination-Funktion und umfaßt folgende Aufgaben:

- Für Digitalsignale der Ebene VC4 wird der BIP-8-Wert, für Digitalsignale der Ebene VC12 der BIP-2-Wert berechnet.
- Der berechnete BIP-Wert wird mit dem Inhalt des B3-Byte bzw. V5-Byte (Bit 1 und 2) des folgenden Rahmens verglichen und das Ergebnis des Vergleiches in die Bits 1 bis 4 des Z5/Z6-Byte eingesetzt.
- In die Bits 5 bis 8 des Z5/Z6-Byte wird der von der TCM-Sink-Funktion kommende "TCM-Data Link" eingesetzt.
- Das B3-Byte (V5-Byte) für den vorhergegangenen Rahmen wird ausgekoppelt, angepaßt und wieder eingefügt.

Anschließend wird das Digitalsignal weitergeleitet.

Die TCM-Sink-Termination terminiert den TCOH und umfaßt dabei folgende Aufgaben:

- Für Digitalsignale der Ebene VC4 wird das BIP-8-Ergebnis, für Digitalsignale der Ebene VC12 das BIP-2-Ergebnis berechnet und in einem Register festgehalten (OEC).
- Das ermittelte BIP-Ergebnis wird mit dem IEC im Z5/Z6-Byte verglichen und das Ergebnis in einem weiteren Register festgehalten (DEC).
- Der Inhalt der beiden Register (OEC und DEC) wird einer Auswertung zugeführt und führt zur Bildung des Status-Report.
- Der im Z5/Z6-Byte übertragene TC-Path-Trace wird erkannt und zu einem 16-Byte-Block zusammengefaßt. Durch Vergleich mit einem Sollwert soll ein TC-Path-Trace Mismatch erkannt werden.
- Ein im Data Link des Z5/Z6-Byte übertragener "TC-Path-Trace Set up Command" wird erkannt und die nachfolgend übertragene Adresse als Sollwert für den TC-Path-Trace in einem Register abgespeichert.
- Das Z5/Z6-Byte wird am Ausgang der TC-Termination-Sink-Funktion auf "0" gesetzt und das entsprechende B3-Byte (bzw. V5-Byte) ebenfalls zurückgesetzt (d. h. erneut angepaßt).
- Wird über die Auswertung von IEC und OEC ein Defekt (AIS/LOP) oder ein TC-Path-Trace Mismatch erkannt, so wird das Digitalsignal in der TCM-Sink-Termination-Funktion terminiert und an die TCM-Sink-Adaptation eine Information "AIS" übergeben.

Die TCM-Sink-Adaptation hat folgende Aufgaben:

- Transparentes Durchleiten eines von der TCM-Sink-Termination kommenden Digitalsignals, wenn das Signal in der TCM-Sink-Termination nicht terminiert worden ist.
- Aussenden von AIS, wenn das Digitalsignal in der TCM-Sink-Termination terminiert und eine Information "AIS" erkannt wurde.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung von bidirektionalen Digitalsignalverbindungen zwischen einem Anfangspunkt und einem Endpunkt je Übertragungsrichtung, wobei die Übertragungsqualität in jeweils einer Übertragungsrichtung mit Hilfe von mitübertragenen Zusatzinformationen ermittelt wird und das Ergebnis in der anderen Übertragungsrichtung als Telegramm übertragen wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Überwachung des Qualitätszustandes jeweils am Endpunkt durch Vergleich von Zusatzinformationen, welche die Qualität am Anfangspunkt betreffen, mit am Endpunkt gewonnenen Qualitätsinformationen Fehler erkannt werden, daß die erkannten Fehler über einen vorgegebenen Zeitraum zu einer Fehlersumme aufsummiert werden, daß die Fehlersumme bewertet wird und daß das Ergebnis dieser Bewertung als Telegramm zum Anfangspunkt übertragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Zeitraum mindestens eine Sekunde beträgt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung in, vorzugsweise drei, Stufen erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einteilung der Stufen nach ITUT TSS-Empfehlung G.826 erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusatzinformationen Bit-Paritäts-Informationen sind, daß als weitere Zusatzinformation die Fehlersumme am Anfangspunkt übertragen wird, daß am Endpunkt ferner die Differenz zwischen der Fehlersumme am Endpunkt und der übertragenen Fehlersumme gebildet und bewertet wird und daß die bewertete Differenz innerhalb des Telegramms zum Anfangspunkt übertragen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Telegramm eine Anfangspunktidentifikation beigefügt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfangspunktidentifikation im Endpunkt mit einer zuvor dem Endpunkt mitgeteilten zu erwartenden Anfangspunktidentifikation verglichen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Nichtübereinstimmung zurückgemeldet wird und das abgehende Signal durch ein Alarmanzeigesignal (AIS) ersetzt wird.

9. Verfahren zur Überwachung von bidirektionalen Digitalsignalverbindungen zwischen einem Anfangspunkt und einem Endpunkt je Übertragungsrichtung, wobei die Übertragungsqualität in jeweils einer Übertragungsrichtung mit Hilfe von mitübertragenen Zusatzinformationen ermittelt wird und das Ergebnis in der anderen Übertragungsrichtung als Telegramm übertragen wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Überwachung auf richtige Durchschaltung dem Telegramm eine Anfangspunktidentifikation beigefügt wird, daß die Anfangspunktidentifikation im Endpunkt mit einer zuvor dem Endpunkt mitgeteilten zu erwartenden Anfangspunktidentifikation verglichen wird und daß eine Nichtübereinstimmung zurückgemeldet wird und das abgehende Signal durch ein Alarmanzeigesignal (AIS) ersetzt wird.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



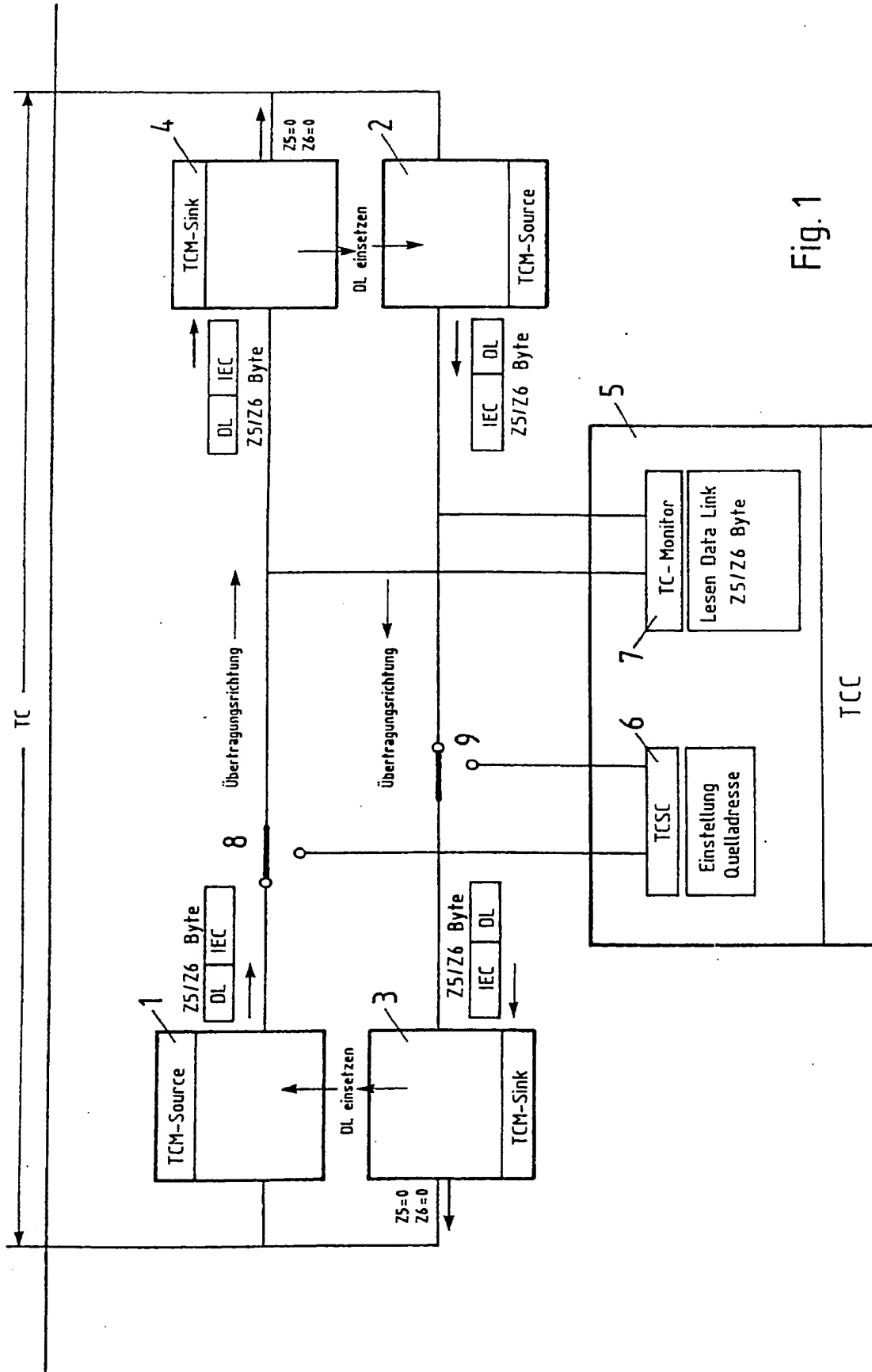


Fig.1

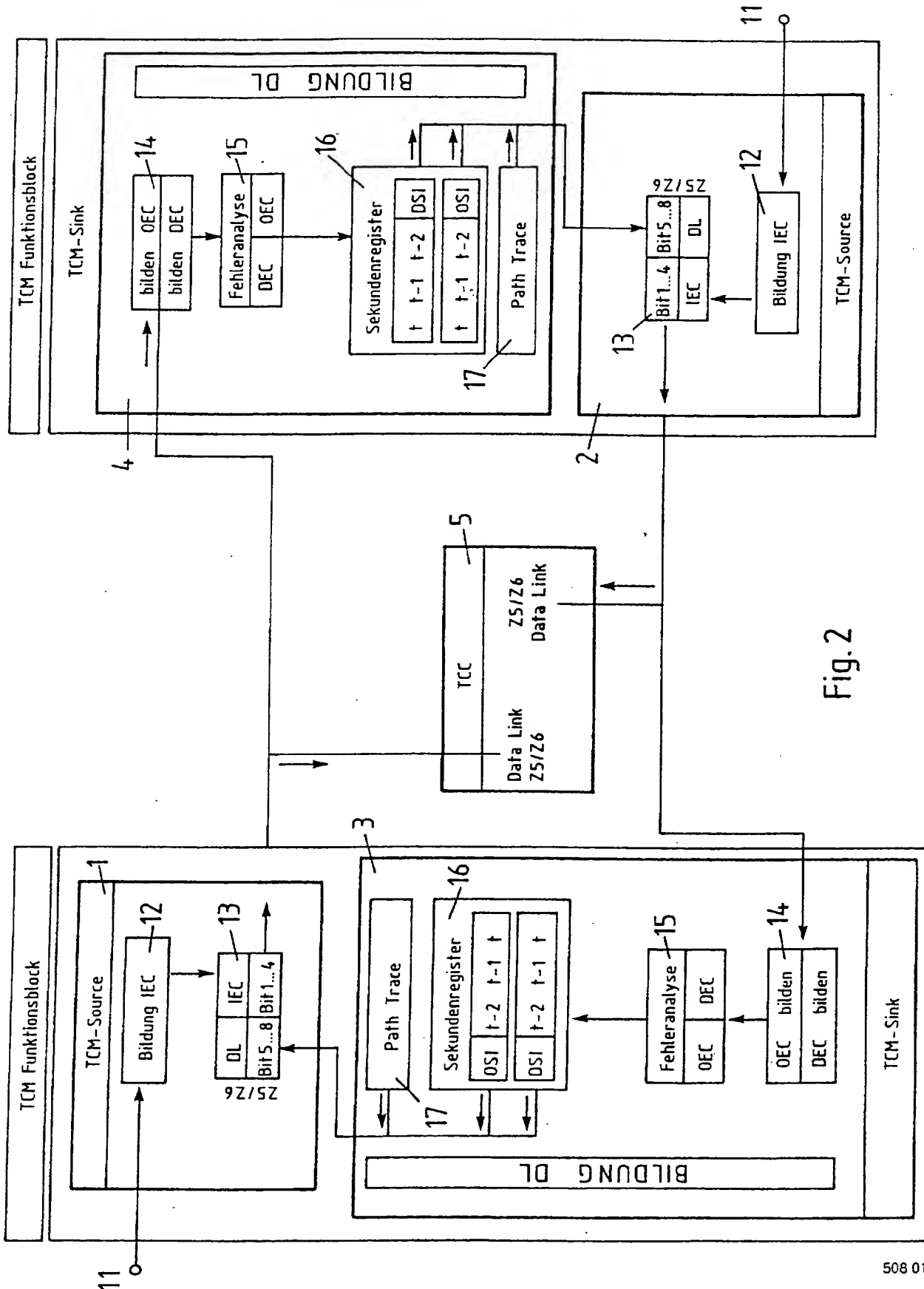


Fig. 2

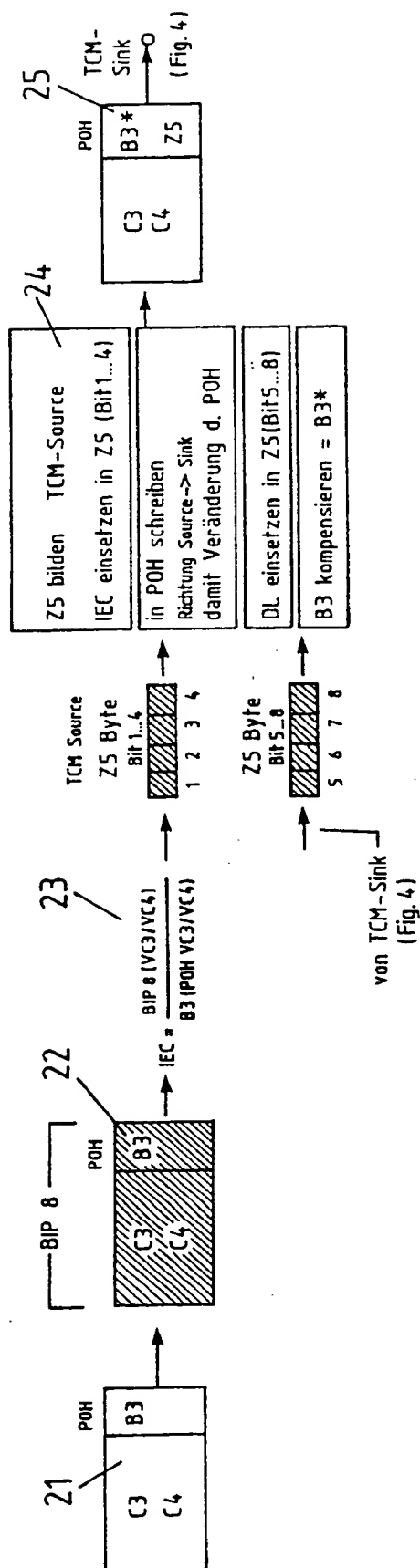


Fig. 3

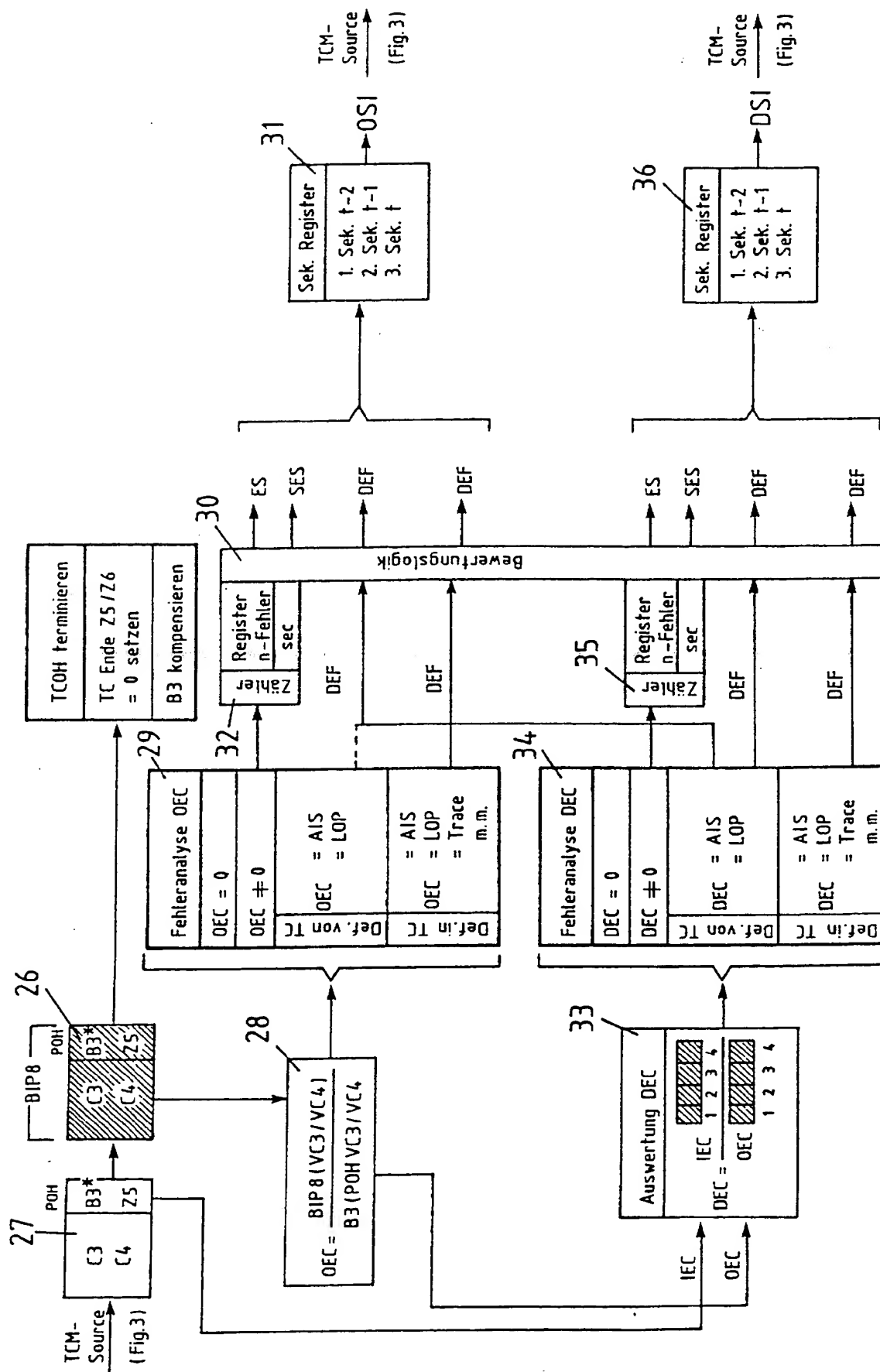


Fig. 4

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
Signal at TC Source	TC Source Generate AU/TU	Function BIP Compens	IEC Code	Signal at TC Sink	TC Trace Mismatch	TC Sink OEC Value	OSI-Byte 1 2 3 4 5 6 7 8 AISSESES	DEC Value	OSI-Byte 1 2 3 4 5 6 7 8 LOP AS TC LOP AISSESES	Insert AIS	BIP Compens	Signal leaving TC
Valid AU/TU		X	0-8	Valid AU/TU		0-8	1 0 0 0 0 * * *	0-8	1 0 0 0 0 * * *		X	Valid AU/TU
					X	0-8	1 0 0 0 1 1 1	0-8	1 0 0 1 0 0 * * *	X		AIS
AIS	X		15	Valid AU/TU		0-8	1 0 0 0 1 1 1	0-8	1 0 1 0 0 0 * * *	X		AIS
					X	0-8	1 1 1 1 1 1 1	0-8	1 0 1 1 0 0 * * *	X		AIS
LOP	X		14	Valid AU/TU		0-8	1 1 1 1 1 1 1	0-8	1 1 0 0 0 0 * * *	X		AIS
					X		1 1 1 1 1 1 1		1 1 0 1 0 0 * * *	X		AIS
				AIS			1 1 1 1 1 1 1		1 0 0 0 0 1 1 1	X		AIS
				LOP			1 1 1 1 1 1 1		1 0 0 0 1 0 1 1	X		AIS

Fig.5

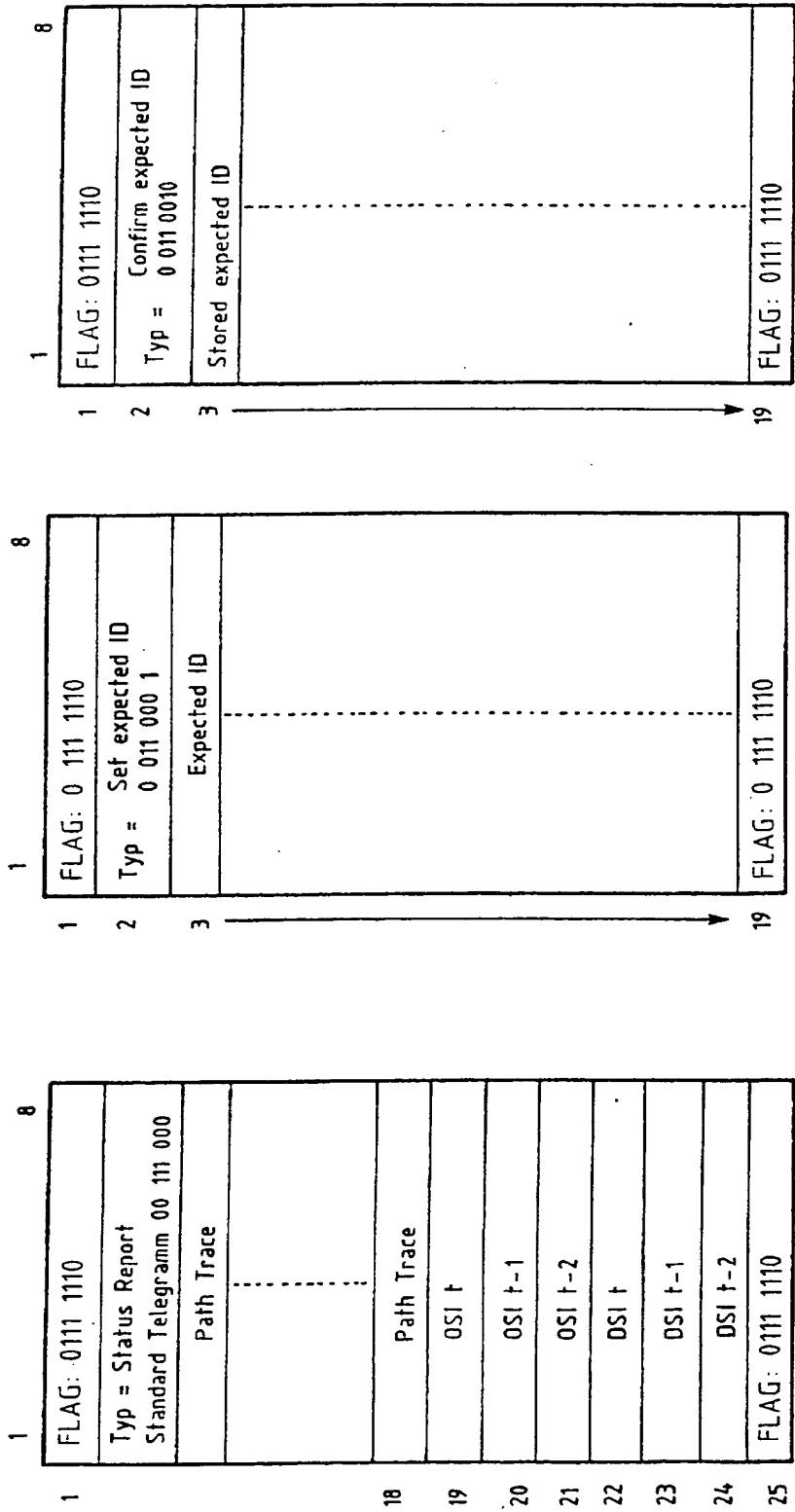
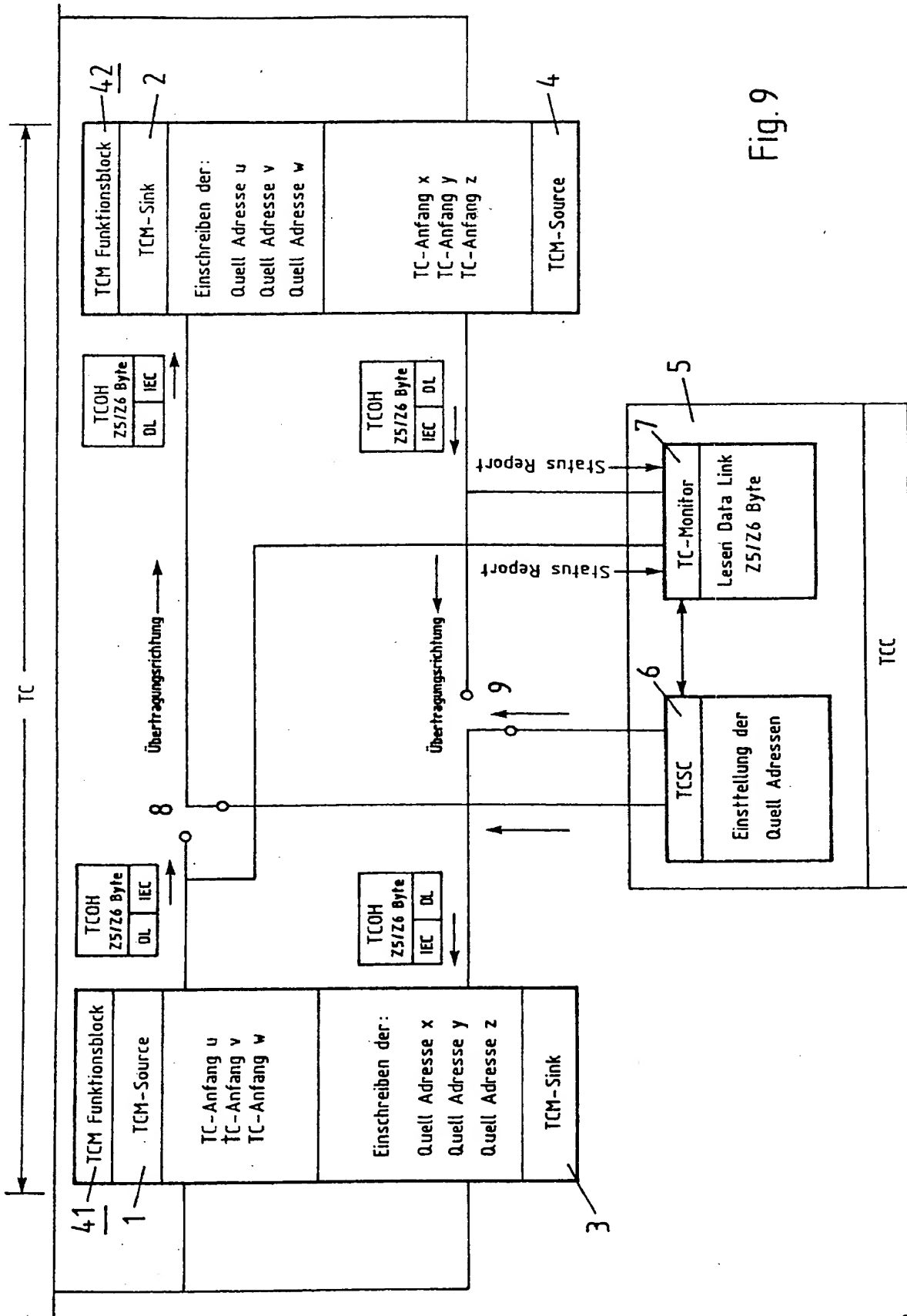


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8



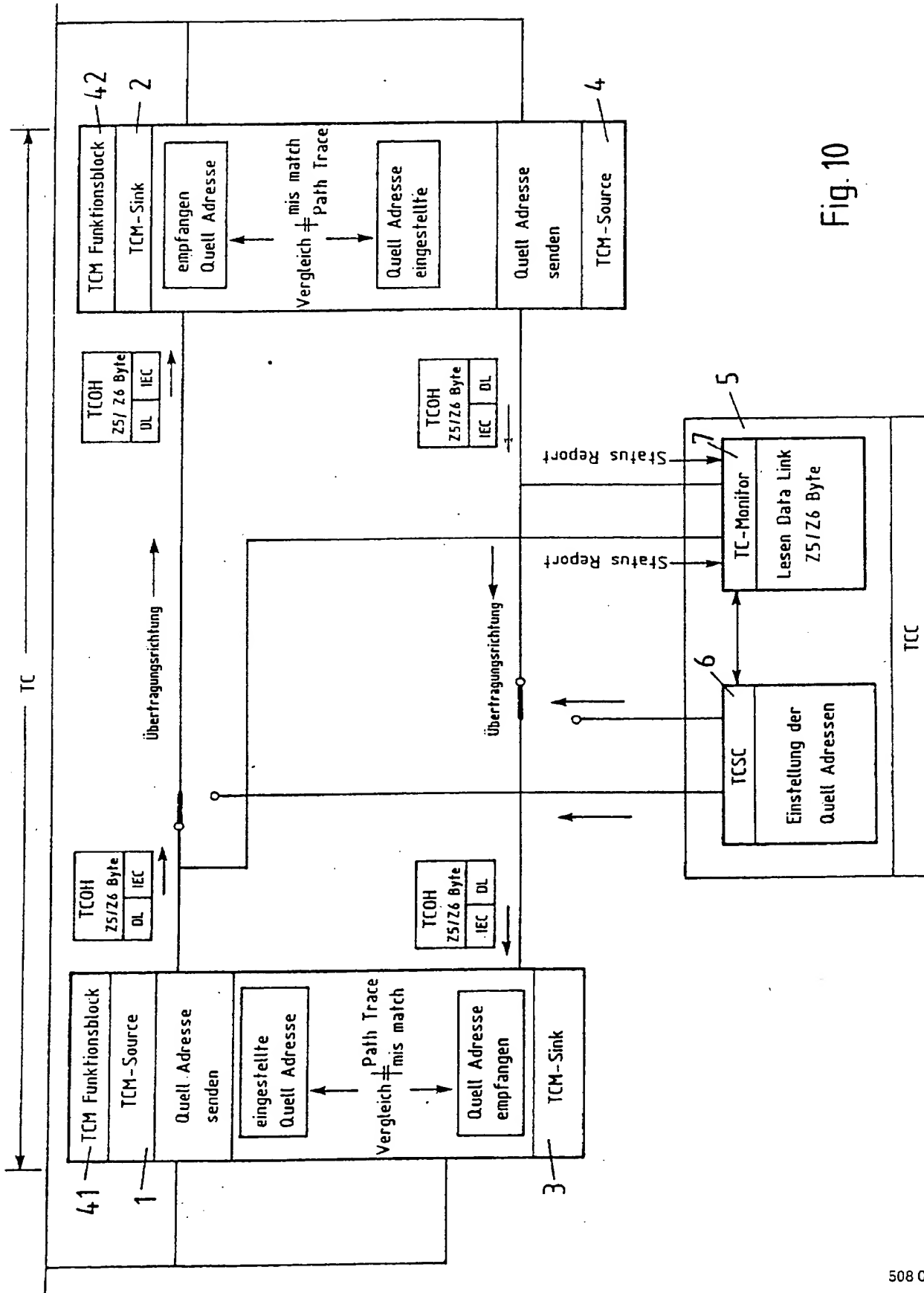


Fig. 10



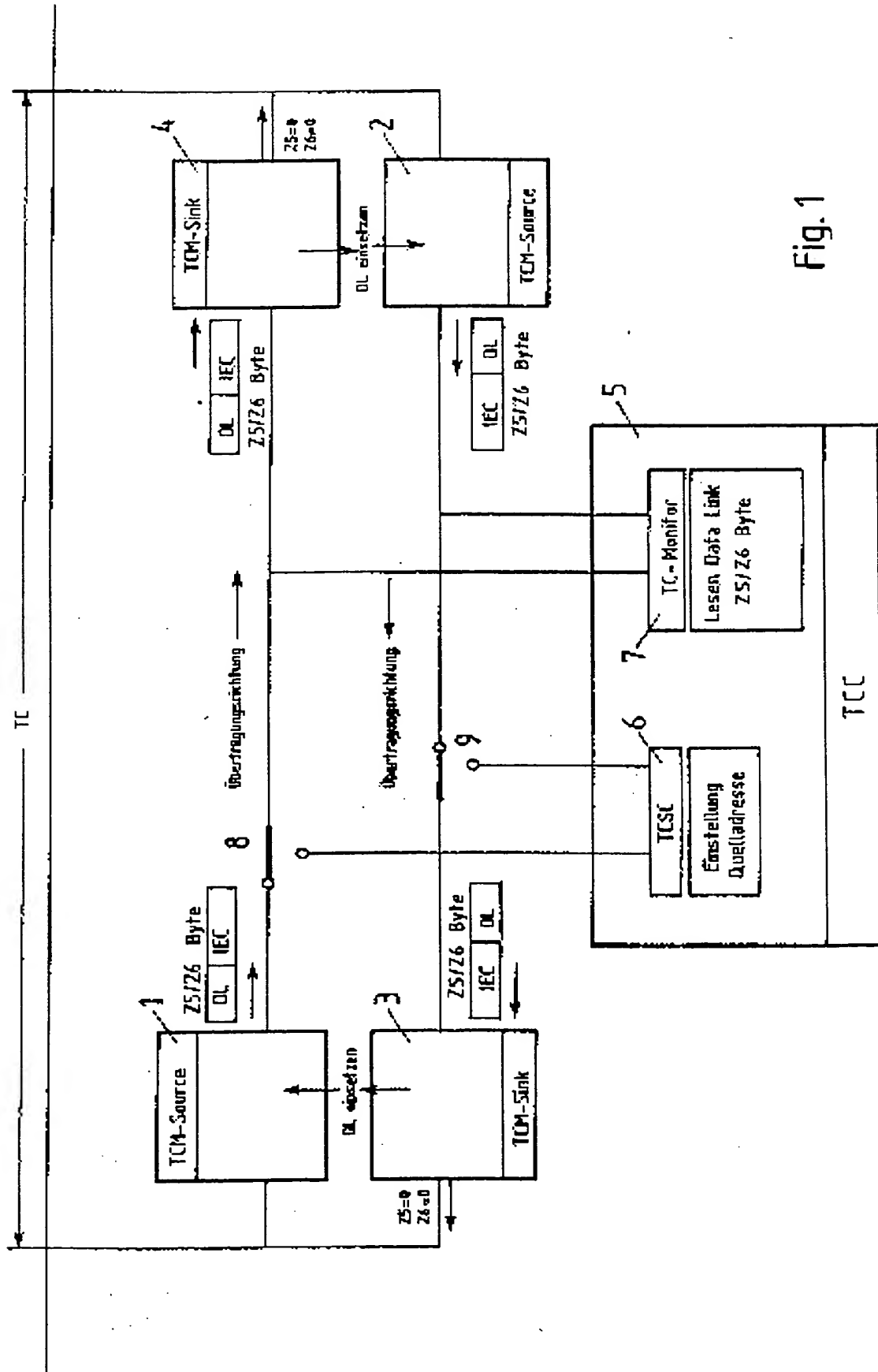


Fig. 1

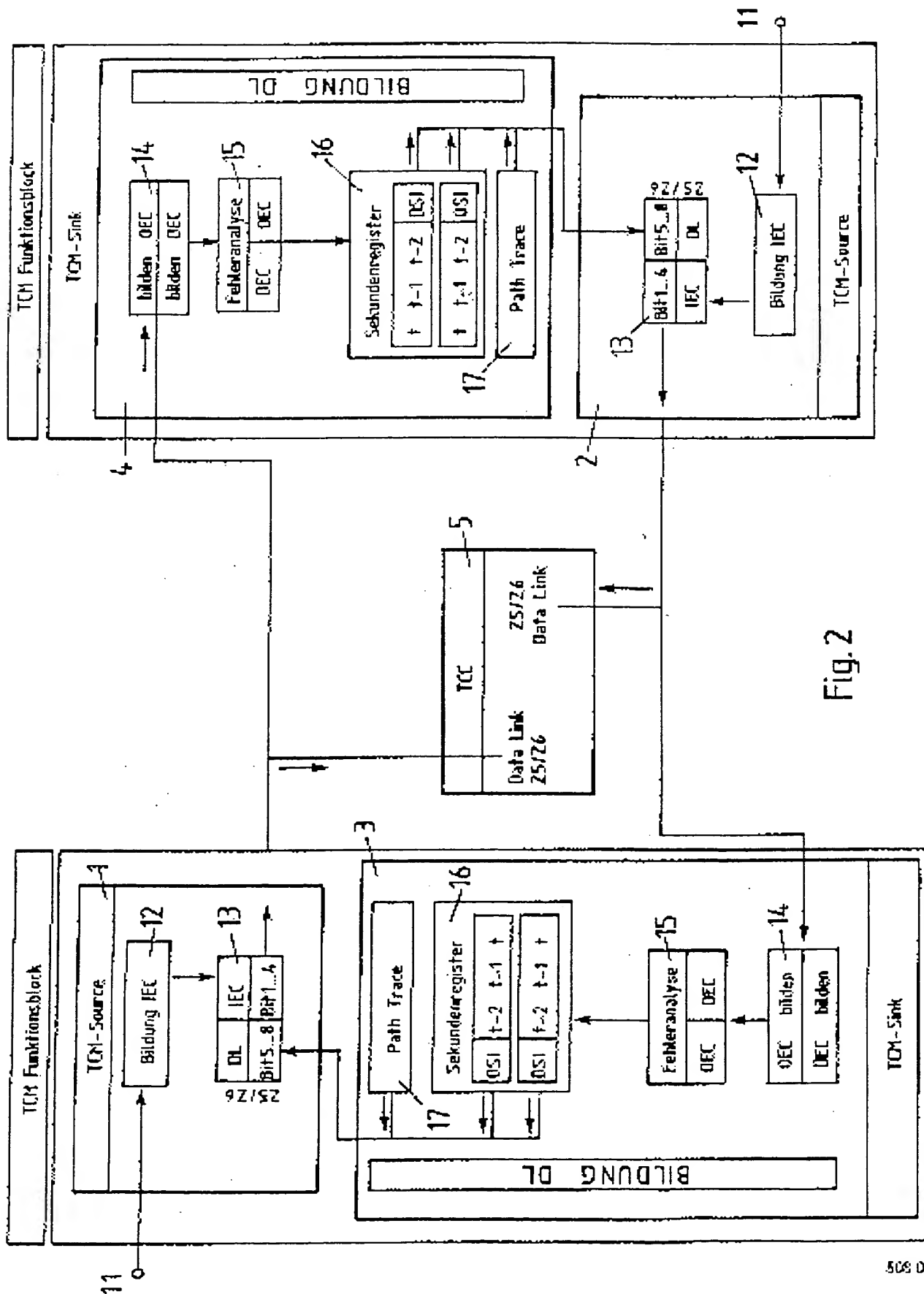
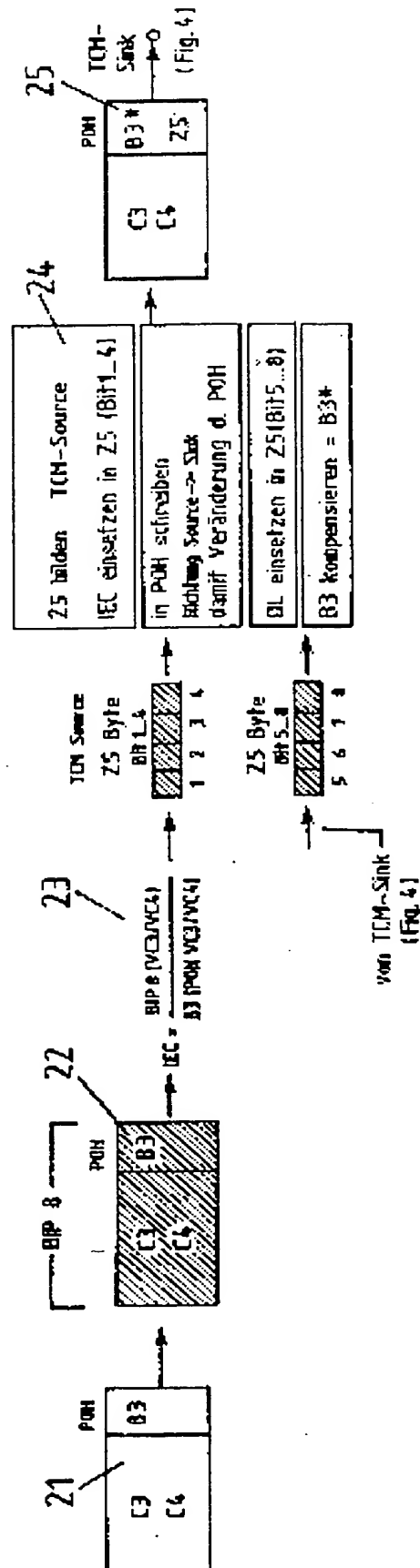


Fig. 2



**Fig. 3**

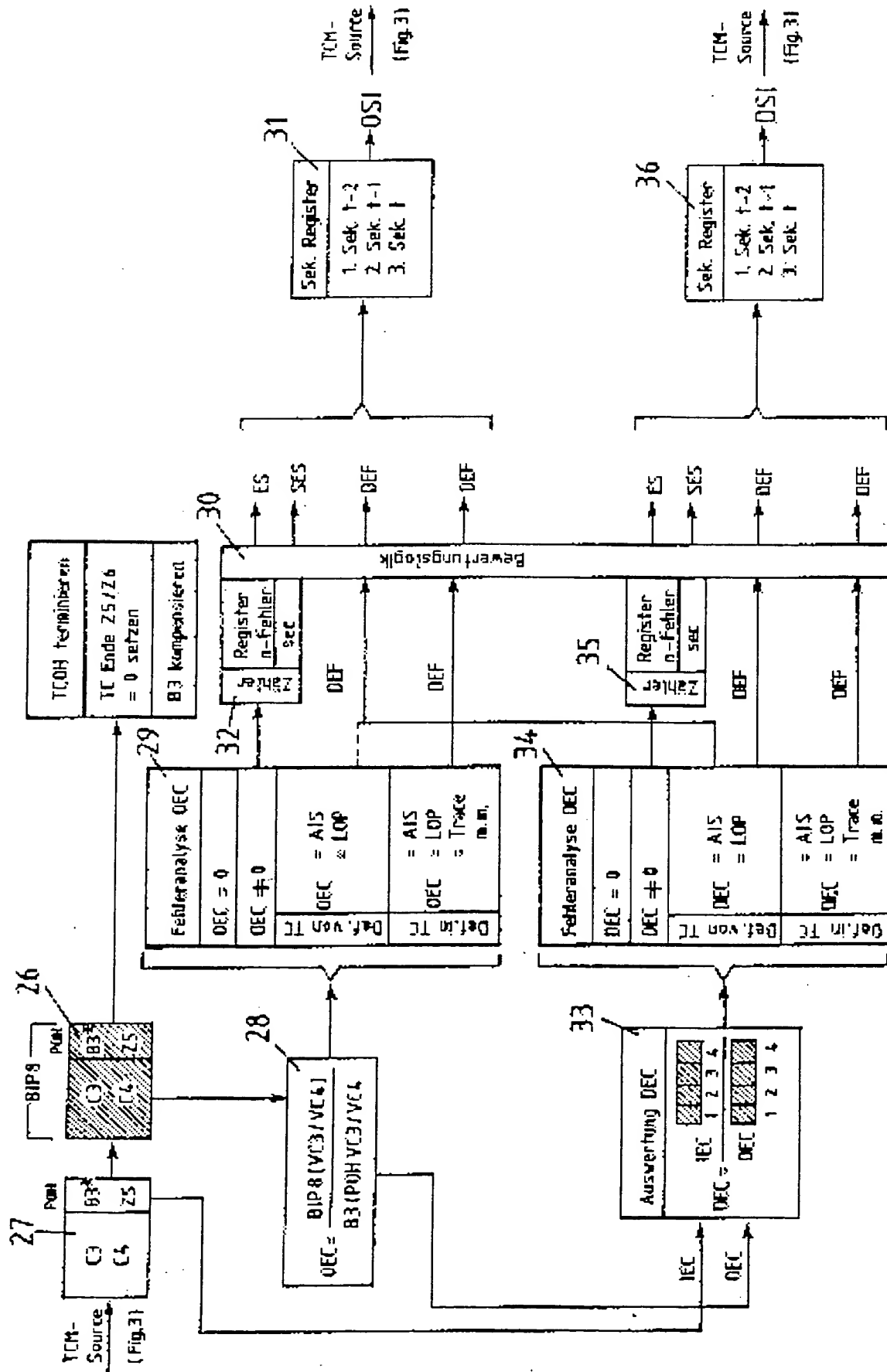


Fig. 4

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
Signal at TC Source	TC Source Generate AU/TU	Function BIP Compens	IEC Code at TC Sink	Signal at TC Sink	TC Trace Mismatch	TC Sink OEC Value	OSI-Byte 1 2 3 4 5 6 7 8 AISSES	DEC Value	OSI-Byte 1 2 3 4 5 6 7 8 LOP AS TC LOP ASSES ES Lo Se St Sz	Insert AIS	BIP Compens	Signal Leaving TC
Valid AU/TU		X	0-8	Valid AU/TU		0-8	1 0 0 0 0 * * *	0-8	1 0 0 0 0 0 * *		X	Valid AU/TU
AIS	X		15	Valid AU/TU	X	0-8	1 0 0 0 1 1 1	0-8	1 0 0 1 0 0 * *	X		AIS
						0-8	1 0 0 0 1 1 1	0-8	1 0 1 0 0 0 * *	X		AIS
LOP	X		14	Valid AU/TU		0-8	1 1 1 1 1 1 1	0-8	1 1 0 0 0 0 * *	X		AIS
				AIS	X		1 1 1 1 1 1 1		1 1 0 1 0 0 * *	X		AIS
							1 1 1 1 1 1 1		1 0 0 0 0 1 1 1	X		AIS
				LOP			1 1 1 1 1 1 1		1 0 0 0 1 0 1 1	X		AIS

Fig. 5

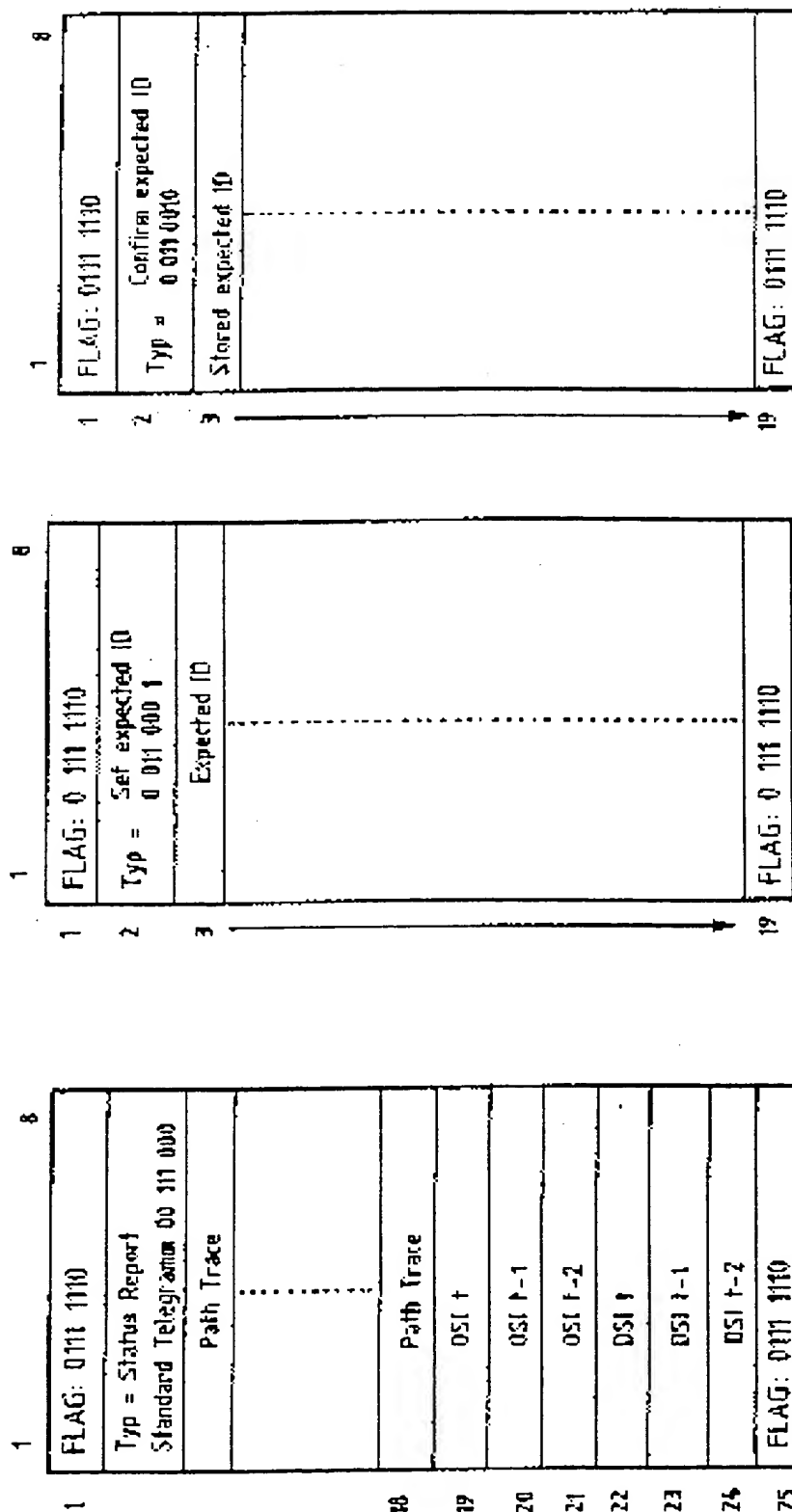
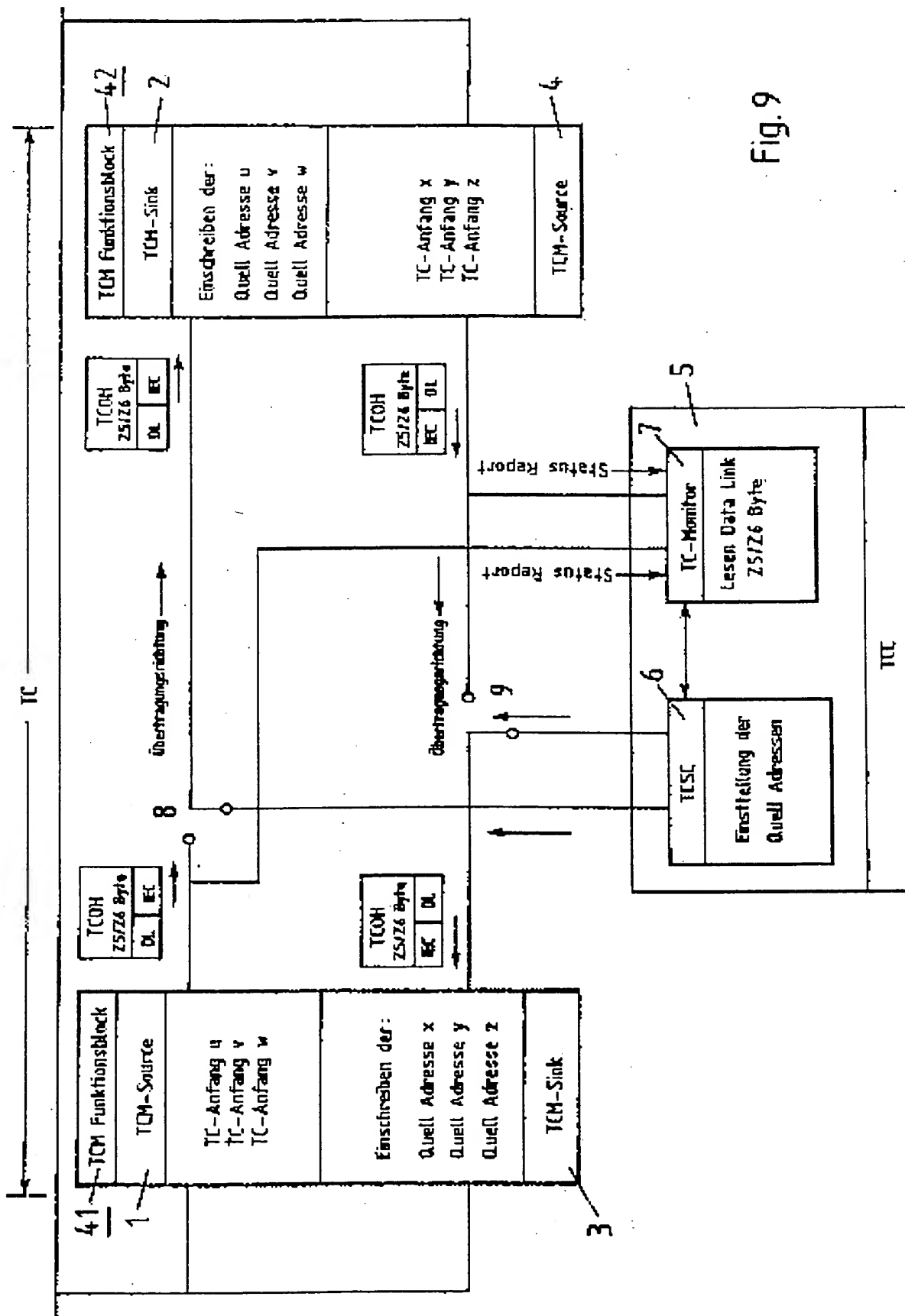


Fig. 6

Fig. 7

80



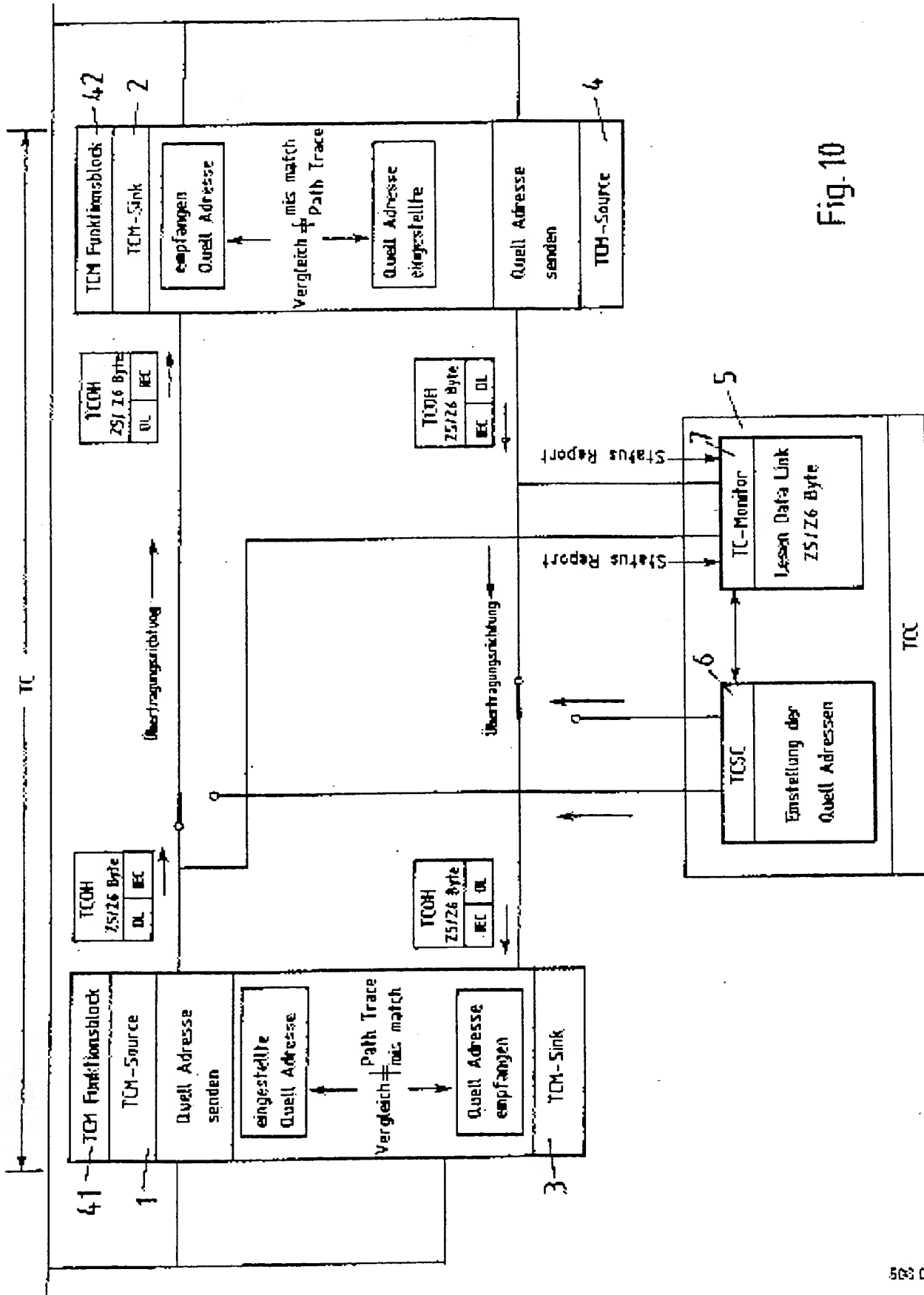


Fig. 10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**